



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11112527 A**(43) Date of publication of application: **23 . 04 . 99**

(51) Int. Cl.

**H04L 12/28****H04L 12/56****H04Q 3/00**(21) Application number: **09286236**(71) Applicant: **NEC CORP**(22) Date of filing: **03 . 10 . 97**(72) Inventor: **SHIMONISHI HIDEYUKI**(54) **NODE EQUIPMENT**

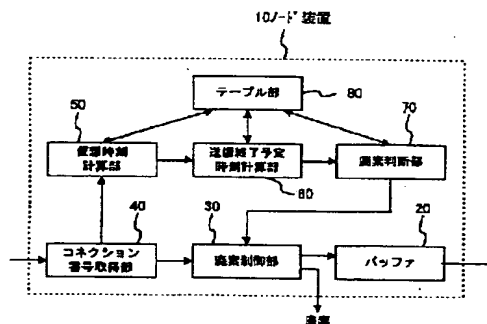
buffer 20.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To guarantee a minimum band for each connection while storing a plurality of connections in a same buffer and to improve the operating efficiency of an output channel.

**SOLUTION:** At the arrival of data of a connection (i) to a node equipment NO, a virtual time calculation section 50 calculates a virtual time (v). Then a transmission end schedule time calculation section 60 calculates a transmission end schedule time  $F_i$  to update the value of the data arrival time  $R_i$  into the arrival time of data entered this time, that is, the calculated current virtual time (v) and the transmission end schedule time  $F_i$  into the transmission end schedule time of data entered this time respectively. Then an abort discrimination section 70 discriminates whether or not a relation of  $v+T_i < F_i$  is established among the virtual time (v), the transmission end schedule time  $F_i$  calculated above and an abort threshold value  $T_i$ . When the relation above is established, the  $F_i$  is restored to the value before the update and entered data are aborted. When not established, the entered data are stored in a



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2959540号

(45) 発行日 平成11年(1999)10月6日

(24) 登録日 平成11年(1999)7月30日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 4 L 12/28  
12/56

H 0 4 L 11/20

G

1 0 2 B

請求項の数10(全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平9-286236

(22) 出願日 平成9年(1997)10月3日

(65) 公開番号 特開平11-112527

(43) 公開日 平成11年(1999)4月23日  
審査請求日 平成9年(1997)10月3日

(73) 特許権者 000004237

日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 下西 英之  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気  
株式会社内

(74) 代理人 弁理士 鈴木 康夫 (外1名)

審査官 吉田 隆之

(56) 参考文献 特開 平8-32623 (J P, A)  
特開 平7-95209 (J P, A)  
特開 平8-274793 (J P, A)  
特開 平9-83547 (J P, A)  
1998信学総合大会 B-6-54  
信学技報 S S E 95-125

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ノード装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のコネクションから入力されたデータを単一のバッファに入力順に格納し、前記バッファの先頭から順にデータを出力回線に出力する制御を行うノード装置であって、

前記ノード装置は、前記入力されたデータのコネクション番号を識別するコネクション番号取得部と、各コネクション毎のデータ入力に際し、出力回線の空き容量に応じて実時刻よりも早く進みうる仮想時刻を計算する仮想時刻計算部と、該計算された仮想時刻から、入力データの送信終了予定時刻を計算する送信終了予定時刻計算部と、前記計算された送信終了予定時刻と仮想時刻を比較し、その差が予め定められた閾値以上であれば前記入力データを前記バッファに格納せずに廃棄し、さもなければ前記入力データを前記バッファに格納することを指示

2

する廃棄判断部を備えていることを特徴とするノード装置。

【請求項2】 複数のバッファを持ち、複数のコネクションから入力されたデータを、前記入力データが属するクラスに基づいて所定のバッファに格納し、バッファから出力回線にデータを出力する際には、高い優先度が与えられたバッファから優先的にデータを出力する、もしくはポーリング等の規律に従って各バッファからのデータ出力制御を行うノード装置において、

10 前記入力されたデータのコネクション番号を識別するコネクション番号取得部と、各コネクション毎のデータ入力に際し、出力回線の空き容量に応じて実時刻よりも早く進みうる仮想時刻を計算する仮想時刻計算部と、該計算された仮想時刻から、入力データの送信終了予定時刻を計算する送信終了予定時刻計算部と、前記計算された

3

送信終了予定時刻と仮想時刻を比較し、その差が予め定められた閾値以上であれば前記入力データを前記バッファに格納せずに廃棄し、さもなければ前記入力データを前記バッファに格納することを指示する廃棄判断部を備えていることを特徴とするノード装置。

【請求項 3】 前記送信終了予定時刻は、各コネクション毎にバッファを持つノード装置に対して、何らかのスケジューリング手法を用いて各バッファからのデータの出力制御を行い、各コネクションに対して帯域保証を行った場合にデータが出力されるであろう時刻であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のノード装置。

【請求項 4】 前記スケジューリング手法として、WFQ (Weighted FairQueueing) を用いていることを特徴とする請求項 3 記載のノード装置。

【請求項 5】 前記ノード装置は、仮想時刻の更新を各データ到着毎に行い、少なくとも前回計算した仮想時刻とデータが到着したコネクションの未使用帯域を用いて仮想時刻の計算を行うことを特徴とする請求項 1 または 2 記載のノード装置。

【請求項 6】 前記ノード装置は、仮想時刻の更新を一定時間毎に行い、各コネクションの未使用帯域を用いて仮想時刻計算を行うとともに、送信終了時刻等のノード装置内の各変数を、時刻から導出することができる時刻に関連した整数値として出力することを特徴とする請求項 1 または 2 記載のノード装置。

【請求項 7】 前記ノード装置が輻輳状態にあるとき、輻輳の原因となっているコネクションに割り当てる帯域を一時的に減少させることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のノード装置。

【請求項 8】 前記バッファ内のキュー長が閾値以上のときには、前記仮想時刻の経過を遅らせることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のノード装置。

【請求項 9】 前記コネクション毎に管理する情報を格納するメモリを、前記ノードを構成する他の要素と分離して実装可能にしたことを特徴とする請求項 1 または 2 記載のノード装置。

【請求項 10】 複数のコネクションから入力されたデータを単一のバッファに入力順に格納し、前記バッファの先頭から順にデータを出力回線に出力する制御を行うノード装置であって、

前記ノード装置は、前記入力されたデータのクラスあるいは出力方路等の属性を識別するクラス番号取得部と、各クラス毎のデータ入力に際し、出力回線の空き容量に応じて実時刻よりも早く進みうる仮想時刻を計算する仮想時刻計算部と、該計算された仮想時刻から、送信終了予定時刻を計算する送信終了予定時刻計算部と、前記計算された送信終了予定時刻と仮想時刻を比較し、その差が予め定められた閾値以上であれば前記入力データを前記バッファに格納せずに廃棄し、さもなければ前記入力データを前記バッファに格納することを指示する廃棄判

4

断部を備えていることを特徴とするノード装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数のコネクションから入力されたデータを単一のバッファに格納し、前記バッファの先頭から順にデータを出力回線に出力するノード装置に関するものであり、特に、各コネクションに対して最小帯域を保証するための手段に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、コネクション毎に最小帯域を保証する方式として、特開平 8-274793 号公報あるいは特開平 9-83547 号公報等に記載された方式が知られている。特開平 8-274793 号公報に記載された方式は、各トラヒックソース（本願におけるコネクションに相当）毎に個別のバッファを持ち、これらのバッファからのデータの出力制御を行う信号処理装置の働きにより、各トラヒックソースに対して最小帯域を保証するものである。

【0003】また、特開平 9-83547 号公報に記載の方式は、複数のパケットキュー（本願におけるバッファに相当）を持ち、装置内のスケジューリング情報管理部により各パケットキューからのパケットの出力を制御することにより、各パケットキューに対して最小帯域を保証するものである。従って、各パケットキューに対して一つのコネクションを収容すると各コネクションに対して最小帯域を保証することができる。

【0004】また、特開平 7-95209 号公報には、セル廃棄制御方式が記載されている。この方式は、前記二方式とは違い、全コネクションで唯一のバッファを持っている。そして、各コネクションに対し、そのコネクションの現在の流量（本願における帯域に相当）とあらかじめ申告されていた流量を比較し、申告していた流量を違反しているコネクションのセル（本願におけるデータに相当）を廃棄することにより、申告していた流量を違反していないコネクションのセルに対しては、輻輳によるセルの廃棄を防ぐことができる。すなわち、この方式をノード装置において用いることにより、各コネクションに対して最小帯域を保証するノード装置を構成することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】前記特開平 8-274793 号公報あるいは特開平 9-83547 号公報に記載された方式においては、コネクション毎にバッファを用意する必要があるため、多数のコネクションを収容する大規模なノード装置を構成する場合には、非常に多くのバッファを備える必要があり、また、これに比例してバッファからの出力制御を行う装置の規模も大きくなるという問題がある。

【0006】また、前記特開平 7-95209 号公報に記載された方式は、ポリシング装置に関するものであ

5

り、各コネクシヨンのデータ流量を申告されていた流量に制限することを目的としている。この方式においても網の輻輳状態に応じてセル廃棄の厳しさを調節する制御は行っているが、ノード出力回線の使用量を常に最大とする制御は行っておらず、ノード装置として用いた場合出力回線を効率良く使用することはできない。

【0007】また、前記特開平9-83547号公報及び特開平7-95209号公報に記載された方式においては、任意の長さのデータを扱うことができないという問題もある。

【0008】本発明の目的は、複数のコネクシオンを単一のバッファに格納しながら各コネクシオンに対して最小帯域を保証するとともに、出力回線に空きがある場合には、空き容量を各コネクシオンに比例配分することにより、装置規模の小型化と回線利用の効率化を図ることにある。

【0009】本発明の他の目的は、任意の長さのデータを扱うノード装置に対して適用可能な手段を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、複数のコネクシオンから入力されたデータを単一のバッファに格納し、前記バッファの先頭から順にデータを出力回線に出力するノード装置において、入力されたデータを前記バッファに格納する前に、該データを格納するか又は廃棄するかを各コネクシオン毎に判断する手段をもつことにより、複数のコネクシオンのデータを同一のバッファに格納しながら各コネクシオンに対して最小帯域を保証することを可能として、前記特開平8-274793号公報に記載の方式、あるいは前記特開平9-83547号公報に記載の方式の問題点を解決し、また、データの廃棄制御を仮想時刻を用いて行い、出力回線の使用量が最大となるように仮想時刻の経過を実時刻の経過よりも早めることにより、前記特開平7-95209号公報に記載の方式の問題点を解決するものである。

【0011】また、請求項1〜4記載の発明においては、入力データの送信終了予定時刻を計算する際、任意の長さのデータを扱うことのできるスケジューラを想定することにより、前記特開平9-83547号公報あるいは前記特開平7-95209号公報に記載の方式の問題点を解決するものである。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明第1の実施の形態は、複数のコネクシオンからのデータを単一のバッファに格納するノード装置において、各入力データに対してその送信が終了するであろう仮想時刻を計算し、前記入力データの到着時の仮想時刻が前記仮想時刻より一定閾値以上大きければ前記入力データを廃棄し、さもなければ前記入力データを前記バッファに順次格納することにより、各コネクシオンに対して最小帯域を保証し、さらに出力回

6

線の空き容量に応じて仮想時刻の経過を実時刻の経過よりも早めることにより、出力回線の空き容量を各コネクシオンの最小帯域比で分配する。

【0013】各入力データに対する送信終了時刻の計算は、例えば各コネクシオン毎にバッファを持ち、前記特開平9-83547号公報に紹介されているWFQ (Weighted Fair Queueing) を用いてこれらのバッファからのデータ出力制御を行っているノード装置を想定し、この仮想ノード装置によって前記入力データが出力されるであろう時刻を計算することにより行う。なお、本実施の形態は任意の長さのデータを扱うことができるため、ノード装置としては主にルータを想定する。

【0014】図1は、本発明の第1の実施の形態を示すブロック図である。図1において、ノード装置10は、現在の仮想時刻、コネクシオン毎のデータ到着時刻及び送信終了予定時刻を保持するテーブル部80を有し、入力データが属するコネクシオン番号を識別するコネクシオン番号取得部40と、データ入力に際し仮想時刻を更新する仮想時刻計算部50と、データが入力されたコネクシオンの送信終了時刻を更新する送信終了予定時刻計算部60と、前記仮想時刻及び前記送信終了時刻により前記入力データの廃棄の可否を判断する廃棄判断部70と、廃棄判断部70の判断により前記入力データを単一のバッファ（例えばFIFOバッファ）20に到着順に格納、もしくは廃棄する廃棄制御部30とから構成される。また、図2は、本実施の形態によるノード装置10の動作を示すフローチャートである。

【0015】次に、本発明の第1の実施の形態の動作について、図1〜2を参照して説明する。初期状態においては、仮想時刻 $v$ 、変数 $p$ 、コネクシオン $i$ に最後に到着したデータの到着時刻 $R_i$ 及び送信終了予定時刻 $F_i$ を共に0とする。ノード装置10にコネクシオン $i$ のデータが到着すると、仮想時刻計算部50において以下の式を以下の順に用いて仮想時刻 $v$ 、変数 $p$ を計算する。

【0016】

$temp := v$

$v := p + dt$

$p := v + (v - temp) - (\min(F_i, v) - R_i) W_i$

ただし、 $dt$ は前回のセル入力時から現在までに経過した実時間とし、 $W_i$ はコネクシオン $i$ に保証されている最小帯域とする。また、以上の計算を行う時点においては $R_i$ 、 $F_i$ は更新される前の値であり、すなわち前回入力したデータの到着時刻、送信終了予定時刻を表す。また $W_i$ の合計は1以下とする。

【0017】次に、以下の式のように、 $R_i$ の値を今回入力したデータの到着時刻、すなわち上記の式で計算した現在の仮想時刻 $v$ に、 $F_i$ の値を今回入力したデータの送信終了予定時刻にそれぞれ更新する。

【0018】

$R_i := v$

$$F_i := \max(v, F_i) + M/W_i$$

ただし、Mは入力データの大きさとする。そして以上で計算した仮想時刻 $v$ 、送信終了予定時刻 $F_i$ について、以下の式が成立すれば $F_i$ を更新する前の値に戻し、入力データを廃棄する。ただし、 $R_i$ に関しては入力データを廃棄する場合でも更新後の値のままとする。

【0019】もし以下の式が成立しなければ入力データをバッファに格納する。

$$【0020】 v + T_i < F_i$$

ただし、 $T_i$ は、廃棄閾値とする。

【0021】図3は、本発明第1の実施の形態の動作例を示すものである。図3はコネクション1もしくはコネクション2のデータ入力後に、各変数の値がどのように変化したかを表している。いま、 $W_i = 0.5$ の最小帯域が割り当てられたコネクションが2本あるとし、データの大きさMは全て1とする。廃棄閾値 $T_i$ は両コネクションとも3とする。コネクション1が最小帯域の倍の1の帯域でデータを入力しており、コネクション2は最小帯域の0.5の帯域でデータを入力している。

【0022】図3において、例えば実時刻2の時点では、 $v + T_i = 5.75$ 、 $F_i = 6$ となって上記の式( $v + T_i < F_i$ )が成立し、入力データは廃棄され、 $F_i$ は更新する前の値4に戻される。この図より、送信開始直後はコネクション1が廃棄閾値分だけ最小帯域より多くデータをバッファに入力したが、以降は両コネクションとも最小帯域分のみのデータをバッファに入力していることがわかる。従って、入力データは輻輳しているが、両コネクションとも最小帯域は保証されていることがわかる。

【0023】本発明の第2の実施の形態は、第1の実施の形態と同様に各コネクションに最小帯域を保証し、さらに出力回線の空き容量を各コネクションの最小帯域の比で分配するものであるが、第2の実施の形態においては、扱うデータの大きさを固定長とし、送信終了時刻等のノード装置内の各変数を、時刻を表す実数値ではなく、時刻から導出することのできる時刻に関連した整数値を用いて表すことにより、実装をより容易としたものである。なお、本実施の形態は固定長のデータを扱うため、ノード装置としては主にATM交換機を想定する。

【0024】図4は、本発明の第2の実施の形態を示すブロック図である。図4において、ノード装置11は、図1の構成に加えて一定時間毎に仮想時刻を更新するためのタイマ91を備えている。また、仮想時刻計算部51、送信終了予定時刻計算部61、廃棄判断部71、テーブル部81の動作は、第1の実施の形態の動作とは異なる。図5は、本実施の形態によるノード装置11の動作を示すフローチャートである。

【0025】次に、本発明の第2の実施の形態の動作について、図4～5を参照して説明する。初期状態においては仮想時刻 $v$ 、変数 $p$ 、コネクション $i$ に最後に到着

したデータの到着時刻 $R_i$ 及び送信終了予定時刻 $F_i$ を共に0とする。

【0026】本実施の形態においては、仮想時刻 $v$ を一定時間毎に以下の式のように更新するものとし、この周期を $W$ とする。ただし、以下の式中の割算は小数点以下を切り捨てるものとする。

$$【0027】$$

$$temp := v$$

$$v := p / W + 1$$

$$10 \quad p := p + (2 + p / W - temp) W$$

ノード装置にコネクション $i$ のデータが到着すると、コネクション $i$ の前のデータ到着時刻を表している $R_i$ と現在の仮想時刻を比較し、もし異なれば以下の式のように変数 $p$ を更新し、 $R_i$ を今回入力したデータの入力時刻に更新する。

$$【0028】$$

$$p := p - \min(F_i, vW_i) + R_iW_i$$

$$R_i := v$$

ただし、 $W_i$ をコネクション $i$ に割り当てられているウェイトとし、これは整数値のみをとり、その合計を $W$ 以下とする。すなわち、コネクション $i$ に保証される最小帯域は $W_i / W$ である。

【0029】次に、以下のように $F_i$ の値を今回入力したデータの送信終了予定時刻に更新し、

$$F_i := \max(F_i, vW_i) + 1$$

以上で計算した仮想時刻 $v$ 、送信終了予定時刻 $F_i$ について以下の式が成立すれば $F_i$ を更新する前の値に戻し、入力データを廃棄する。ただし、 $v$ 、 $R_i$ に関しては入力データを廃棄する場合でも更新後の値のままとする。もし、以下の式が成立しなければ入力データをバッファに格納する。

$$【0030】 vW_i + T_i < F_i$$

ただし、 $T_i$ は廃棄閾値とする。

【0031】図6は、本発明第2の実施の形態の動作例を示すものである。いま、 $W$ を2とし、コネクションは2本ありそれぞれ $W_i = 1$ のウェイトが割り当てられているものとする。廃棄閾値 $T_i$ は両コネクションとも1とする。コネクション1は最小帯域の倍の1の帯域でデータを入力しており、コネクション2は最小帯域の0.5の帯域でデータを入力している。

【0032】この図より、送信開始直後はコネクション1が廃棄閾値分だけ割り当て帯域より多くデータをバッファに入力したが、以降は両コネクションとも最小帯域分のみのデータをバッファに入力していることがわかる。従って、入力データは輻輳しているが、両コネクションとも最小帯域は保証されていることがわかる。

【0033】本発明の第3の実施の形態は、第2の実施の形態と同様の構成、効果を持つが、用いる式を以下のように変更することにより、仮想時刻の計算の簡略化を行い、かつカウンタ $F_i$ が扱う数の範囲を小さくする。

本実施の形態の構成は図4に示された第2の実施の形態の構成と同一である。ただし、仮想時刻計算部、送信終了予定時刻計算部における計算動作が、図7に示すフローチャートのように異なる。

【0034】次に、本発明の第3の実施の形態の動作について、第2の実施の形態の動作と相違する部分を、図7を参照して説明する。本実施の形態においては、時刻W毎に仮想時間vおよび変数pを以下のように更新する。ただし、以下の式中の割算は小数点以下を切り捨てるものとする。

【0035】

$$v := v + p / W + 1$$

$$p := p + W$$

また、データ到着時には変数p及び送信終了予定時刻F<sub>i</sub>は以下のように更新し、

$$p := p - \min(F_i, (v - R_i) W_i)$$

$$F_i := \max(F_i - (v - R_i) W_i, 0) + 1$$

データの廃棄条件は以下の式とする。

【0036】 $T_i < F_i$

図8は、本発明第3の実施の形態の動作例を示すものである。いま、Wを2とし、コネクションは2本ありそれぞれ1のウェイトが割り当てられているものとする。廃棄閾値T<sub>i</sub>は両コネクションとも1とする。コネクション1は最小帯域の倍の1の帯域でデータを入力しており、コネクション2は最小帯域の0.5の帯域でデータを入力している。

【0037】この図より、送信開始直後はコネクション1が廃棄閾値分だけ割り当て帯域より多くデータをバッファに入力しているが、以降は両コネクションとも最小帯域分のみのデータをバッファに入力していることがわかる。従って、入力データは輻輳しているが、両コネクションとも最小帯域は保証されていることがわかる。

【0038】本発明の第4の実施の形態は、第1の実施の形態と同様に各コネクションに対して最小帯域を保証し、さらに出力回線の空き容量を各コネクションの最小帯域の比で分配する。第4の実施の形態においては、さらに2つの遅延クラス別のバッファを持つことにより、高優先クラスのデータの遅延時間を小さくする。

【0039】図9は、本発明の第4の実施の形態を示すブロック図である。本実施の形態のノード装置12は、第1の実施の形態によるノード装置の構成に加えて、クラス1用バッファ152、クラス2用バッファ162を持ち、入力データの属するクラスに応じて適切なバッファにデータを格納するクラス振り分け部142、高い優先度が与えられたバッファから優先的にデータを出力する、もしくはポーリング等の規律に従って各バッファからデータを出力するバッファ選択部172を備えている。図10は、本実施の形態によるノード装置12の動作を示すフローチャートである。

【0040】次に、本発明の第4の実施の形態の動作に

ついて、図9～10を参照して説明する。本実施の形態では、ノード装置12にデータが入力されると、第1の実施の形態と同様の方法によりデータを廃棄するか否かを決定する。そして前記入力データをバッファに格納すると決定されれば、クラス振り分け部142により前記データをその属するクラスに応じてクラス1用バッファ152もしくはクラス2用バッファ162に格納する。

【0041】データ出力時には、バッファ選択部172により、該バッファ選択部が有する選択規律に従ってバッファを選択し、クラス1用バッファ152もしくはクラス2用バッファ162の先頭からデータを取り出して出力回線に出力する。例えば、優先的にバッファを選択する規律の場合においては、まずクラス1用バッファを調べ、もし空でなければ前記バッファを選択し、空であればクラス2用バッファを選択する。また、ポーリング等の規律の場合においては、ポーリング等の方式により各バッファの選択が行われる。

【0042】なお、本実施の形態では、遅延クラス数を2クラスとしたが、必要に応じてより多くのクラスを設けることができる。また本実施の形態においては、第1の実施の形態と同様の方式でデータ廃棄の可否を決定したが、第2、第3の実施の形態と同様の方式を用いることも可能である。

【0043】本発明の第5の実施の形態は、第1の実施の形態と同様に各コネクションに対して最小帯域を保証し、さらに出力回線の空き容量を各コネクションの最小帯域の比で分配する。第5の実施の形態においては、さらに、ノード装置が輻輳状態に陥った場合には、輻輳の原因となっているコネクションに割り当てる帯域を一時的に減少させることにより、ノード装置の輻輳状態からの復帰を促進する手段を備えている。

【0044】具体的には、バッファ内のキュー長がある一定閾値を越えた場合に輻輳状態とみなし、この時送信終了予定時刻が仮想時刻よりも廃棄閾値以上大きくなっているコネクションに与える帯域を一時的に最小帯域よりも小さくする。

【0045】図11は、本発明の第5の実施の形態を示すブロック図である。同図に示すように、本実施の形態によるノード装置13は、第1の実施の形態によるノード装置10とほぼ同じ構成であり、相違点はバッファ23から送信終了予定時刻計算部63に対してバッファ内のキュー長情報を送っていることである。図12は本実施の形態によるノード装置13の動作を示すフローチャートである。

【0046】次に、本発明の第5の実施の形態の動作について、図11～12を参照して説明する。本実施の形態の動作は第1の実施の形態の動作とほぼ同様である。相違点はF<sub>i</sub>を更新する際、バッファ23のキュー長が閾値を越えており、かつ

$$v + T_i < F_i$$

11

である場合は、以下の式のように  $F_i$  を計算し、

$$F_i := \max(v, F_i) + M / (a W_i)$$

それ以外の場合には、第 1 の実施の形態と同様に  $F_i$  を計算することである。ただし、割り当て帯域を減少させる割合を  $a$  とし、 $0 < a < 1$  とする。

【0047】このように、第 5 の実施の形態においては、ノード装置が輻輳状態に陥った場合には、輻輳の原因となっているコネクションについて廃棄条件を厳しくすることにより、ノード装置の輻輳状態からの復帰を促進することができる。

【0048】本発明の第 6 の実施の形態は、バッファのキュー長を監視し、もしキュー長が閾値以上であれば仮想時刻の経過を遅くすることにより、出力回線の速度が時間と共に変化する場合においても、各コネクションに対して最小帯域を保証し、さらに出力回線の空き容量を各コネクションの最小帯域の比で分配する。ただし、出力回線の最小帯域は保証されているとし、各コネクションに保証する最小帯域の和は出力回線の最小帯域を越えないようにする。

【0049】図 1 3 は、本発明の第 6 の実施の形態を示すブロック図である。同図に示すように、本実施の形態によるノード装置 1 4 は、第 1 の実施の形態によるノード装置とほぼ同じ構成であり、相違点はバッファ 2 4 から仮想時刻計算部 5 4 に対してバッファ内のキュー長情報を送っていることである。図 1 4 は本実施の形態によるノード装置 1 4 の動作を示すフローチャートである。

【0050】次に、本発明の第 6 の実施の形態の動作について、図 1 3 ~ 1 4 を参照して説明する。本実施の形態の動作は、第 1 の実施の形態の動作とほぼ同様であり、相違点は、バッファのキュー長が閾値を越えてい

れば、以下の式のように仮想時刻を更新し、

$temp := v$

$v := p + a \cdot d \cdot t$

$p := v + (v - temp) - (\min(F_i, v) - R_i) W_i$   
越えていなければ、第 1 の実施の形態と同様に仮想時刻を更新することである。ただし、 $0 < a < 1$  であり、 $a$  は出力回線の最小帯域よりも大きくない。

【0051】なお、第 2 及び第 3 の実施の形態においても、バッファのキュー長を監視し、もしキュー長が閾値以上であれば仮想時刻の経過を遅くすることにより、出力回線の速度が時間と共に変化する場合であっても、各コネクションに対して最小帯域を保証し、出力回線の空き容量を各コネクションの最小帯域の比で分配することができる。

【0052】本発明の第 7 の実施の形態は、第 1 の実施の形態と同様に各コネクションに対して最小帯域を保証し、さらに出力回線の空き容量を各コネクションの最小帯域の比で分配する。第 7 の実施の形態においては、さらに、高速なノード装置において、第 1 の実施の形態よりも多くのコネクションをノード装置に収容できるよう

12

にしたものである。ノード装置を高速に動作させるためには少なくともテーブル部、仮想時刻計算部、送信終了時刻計算部、廃棄判断部を単一の L S I 上に実装する必要がある。しかしながら L S I 上に実装できるハードウェア量は限られているため、テーブル部の大きさに制限ができ、ノード装置が収容できるコネクション数が限られる。そこで本実施の形態はテーブル部を収容するコネクション数に比例して規模が大きくなる部分と規模が一定である部分に分離し、コネクション数に比例して規模が大きくなる部分をメモリで構成し、前記 L S I 部と前記メモリ部の信号の送受信回数を極力少なくなるように構成したものである。

【0053】図 1 5 は、本発明の第 7 の実施の形態を示すブロック図である。同図に示すように、ノード装置 1 5 は、廃棄制御部 3 0、コネクション番号取得部 4 0、仮想時刻計算部 5 0、送信終了予定時刻計算部 6 0、廃棄判断部 7 0、コネクションテーブルの内容を一時読み出しておくコネクションテーブル一時記憶部 9 4、現在の仮想時刻及び変数  $p$  を保持する仮想時刻テーブル部 1 0 5 を有する L S I 部 1 2 5 と、コネクション毎のデータ入力時刻、送信終了予定時刻を保持するコネクションテーブル部 1 1 5 を有するメモリ部 1 4 5 と、バッファ 2 0 を有するメモリ部 1 3 5 から構成されている。図 1 6 は、本実施の形態によるノード装置 1 5 の動作を示すフローチャートである。

【0054】次に、本発明の第 7 の実施の形態の動作について、図 1 5 ~ 1 6 を参照して説明する。本実施の形態の動作は、第 1 の実施の形態の動作とほぼ同じであり、以下では相違点についてのみ述べる。

【0055】ノード装置 1 5 にデータが到着した時には、まず、このコネクションに関する情報、すなわち  $F_i$ 、 $R_i$  をコネクションテーブル部 1 1 5 からコネクションテーブル一時記憶部 9 5 に読み出す。そしてコネクションテーブル一時記憶部 9 5 に読み出された  $F_i$ 、 $R_i$  の値及び仮想時刻テーブル部 1 0 5 に保持されている  $v$ 、 $p$  を用いて、第 1 の実施の形態と同様にこれらの値の更新及びセル廃棄の判断を行う。そして全ての処理が終了した時、もしくは  $F_i$ 、 $R_i$  が必要なくなった時点で、変更された  $F_i$ 、 $R_i$  の値をコネクションテーブル部に戻す。

【0056】なお、第 2、第 3 の実施の形態の場合においても、本実施の形態と同様に、テーブル部を分離することにより L S I の大きさによる収容コネクション数の上限の問題を解決することができる。

【0057】本発明の第 8 の実施の形態は、各コネクション毎ではなく、コネクションが属するクラス毎に最小帯域を保証し、さらに余剰帯域を各クラスの最小帯域の比で分配するようにしたものである。

【0058】図 1 7 は、本発明の第 8 の実施の形態を示すブロック図である。同図に示すように、ノード装置 1

6は、図1の構成とほぼ同様であるが、コネクション番号識別部の代わりにクラス番号識別部46を備えており、テーブル部86ではデータ到着時間及び送信終了予定時刻をコネクション毎ではなく、クラス毎に管理する。図18は、本実施の形態によるノード装置16の動作を示すフローチャートである。

【0059】次に、本発明の第8の実施の形態の動作について、図17～18を参照して説明する。ノード装置16にデータが到着すると、クラス番号取得部46において、入力セルが属するコネクション番号そのものではなく、前記コネクションが属するクラスの番号を識別する。そして第1の実施の形態と同様の方式で前記入力セルに対して廃棄の可否を決定する。その他の動作は第1の実施の形態と同様である。

【0060】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、各コネクション毎に、データをバッファに格納する前に廃棄する手段を備えることにより、複数のコネクションを同一のバッファに格納しながら各コネクションに対して最小帯域を保証することができる。

【0061】また、データの廃棄制御を仮想時刻を用いて行い、出力回線の使用量が最大となるように仮想時刻の経過を実時刻の経過よりも早め、出力回線の空き容量を各コネクションの最小帯域比により分配しているので、出力回線を効率よく使用することができる。

【0062】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態の動作を示すフローチャートである。

【図3】本発明の第1の実施の形態の動作例を示す図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態を示すブロック図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態の動作を示すフローチャートである。

【図6】本発明の第2の実施の形態の動作例を示す図である。

【図7】本発明の第3の実施の形態の動作を示すフロー

チャートである。

【図8】本発明の第3の実施の形態の動作例を示す図である。

【図9】本発明の第4の実施の形態を示すブロック図である。

【図10】本発明の第4の実施の形態の動作を示すフローチャートである。

【図11】本発明の第5の実施の形態を示すブロック図である。

【図12】本発明の第5の実施の形態の動作を示すフローチャートである。

【図13】本発明の第6の実施の形態を示すブロック図である。

【図14】本発明の第6の実施の形態の動作を示すフローチャートである。

【図15】本発明の第7の実施の形態を示すブロック図である。

【図16】本発明の第7の実施の形態の動作を示すフローチャートである。

【図17】本発明の第8の実施の形態を示すブロック図である。

【図18】本発明の第8の実施の形態の動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

10～16 ノード装置

20、23、24 バッファ

30 廃棄制御部

40 コネクション番号取得部

46 クラス番号取得部

50、51、54 仮想時刻計算部

60、61、63 送信終了予定時刻計算部

70、71 廃棄判断部

80、81 テーブル部

91 タイマ

95 コネクションテーブル時記憶部

105 仮想時刻テーブル部

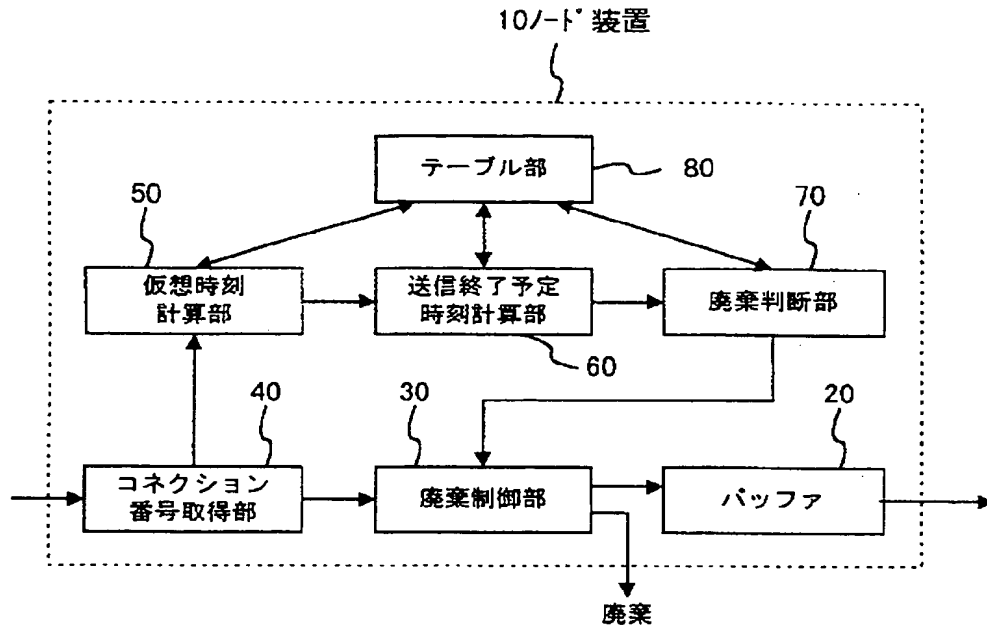
115 コネクションテーブル部

125 LSI部

135、145 メモリ部



【図 1】



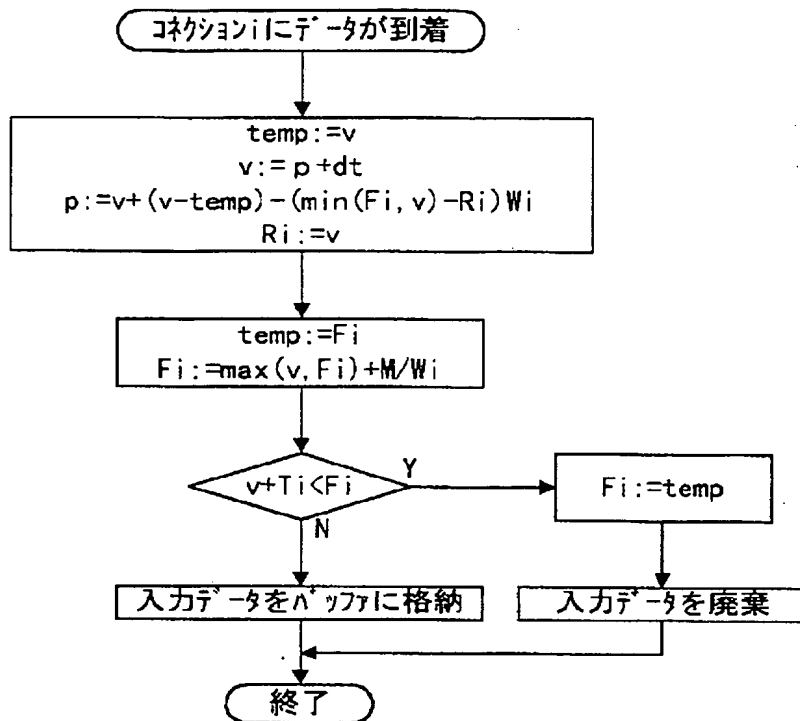
【図 3】

実時刻	0	0.5	1	2	2.5	3	4	4.5	5	6	6.5	7
データ入力	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1
v	0	0.5	1.5	2.75	3.875	4.5	5.5	6.5	7	7.75	8.625	9
p	0	1	1.75	3.375	4	4.6	6.0	6.5	6.75	8.125	8.5	8.75
R <sub>1</sub>	0		1.5	2.75		4.5	5.5		7	7.75		9
F <sub>1</sub>	2		4	4		6.5	8.5		8.5	10.5		10.5
R <sub>2</sub>		0.5			3.875			8.5			8.625	
F <sub>2</sub>		2.5			5.875			8.5			10.625	
				↓ 廃棄					↓ 廃棄			↓ 廃棄

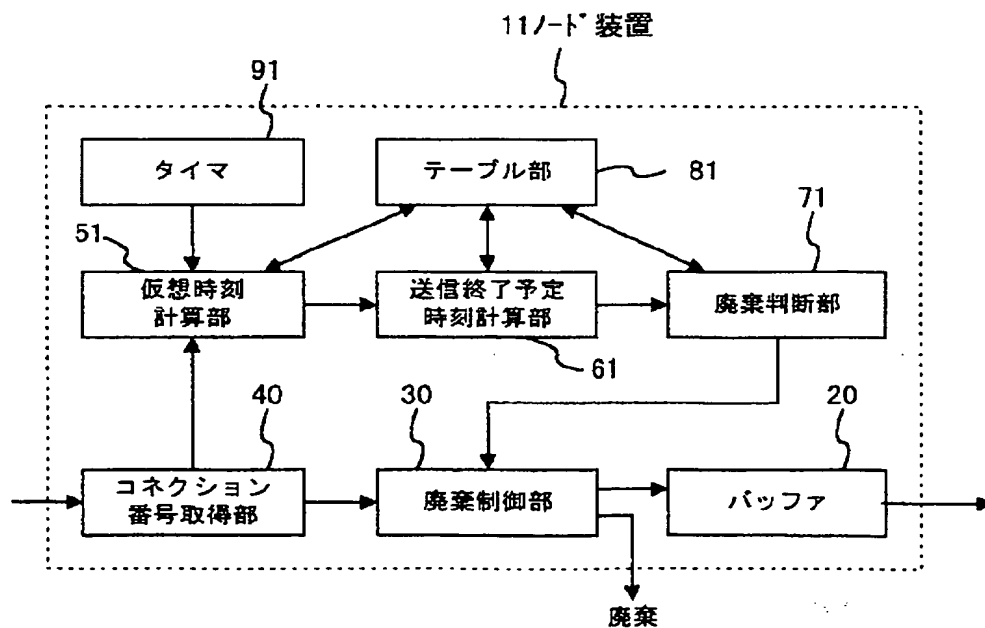
【図 8】

実時刻	0	0.5	1	2	2.5	3	4	4.5	5	6	6.5	7
データ入力	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1
v	0	0	0	1	1	0	2	2	2	3	3	3
p	0		0	2	1	1	2	1	2	2	3	3
R <sub>1</sub>	0		0	1		1	2		2	2		3
F <sub>1</sub>		0	2	2	1	2	2	2	2	3	3	3
R <sub>2</sub>					1			2			3	
F <sub>2</sub>								1				
				↓ 廃棄			↓ 廃棄		↓ 廃棄			↓ 廃棄

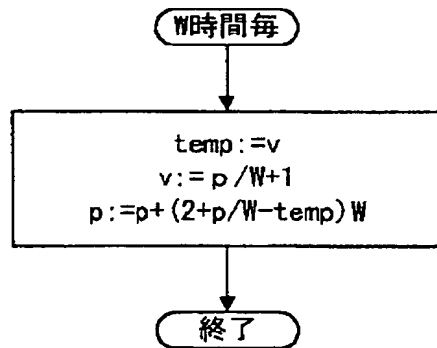
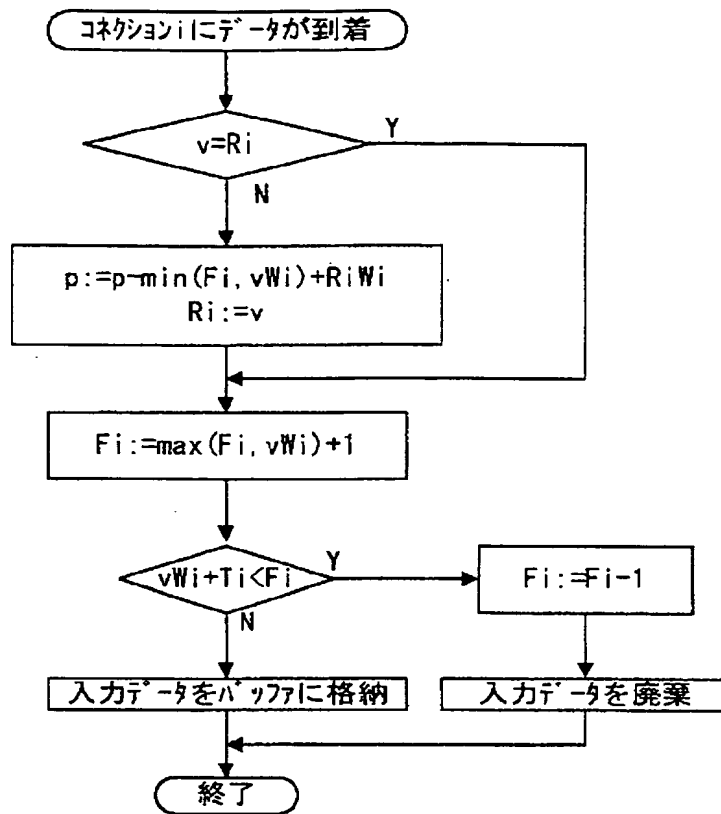
【図 2】



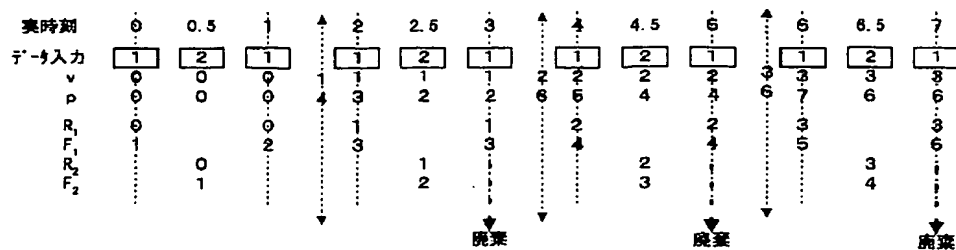
【図 4】



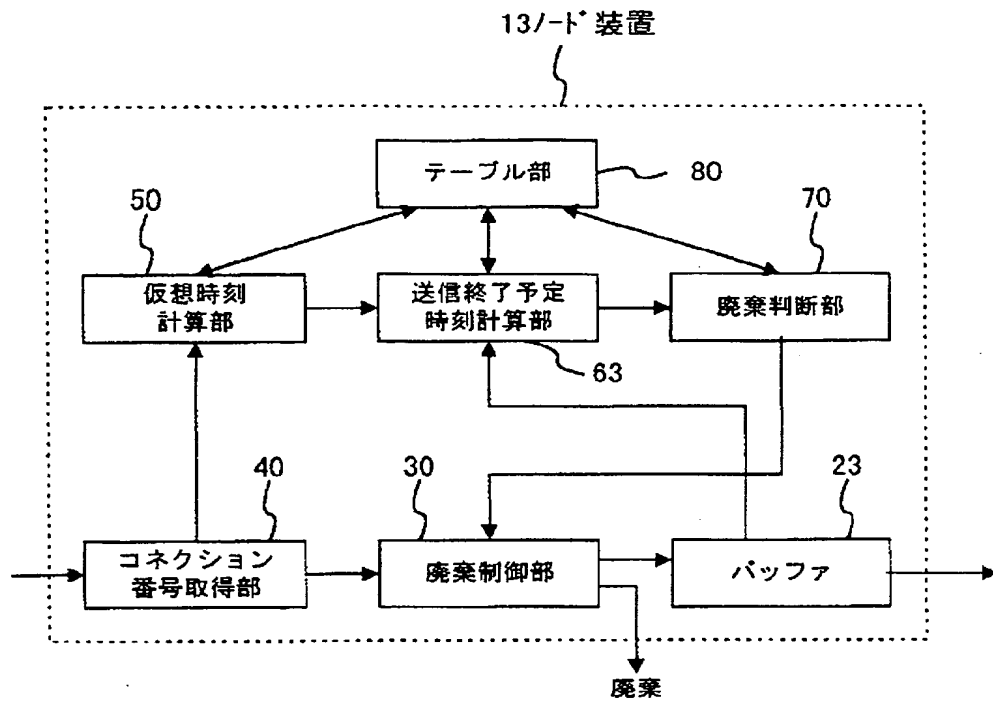
【図 5】



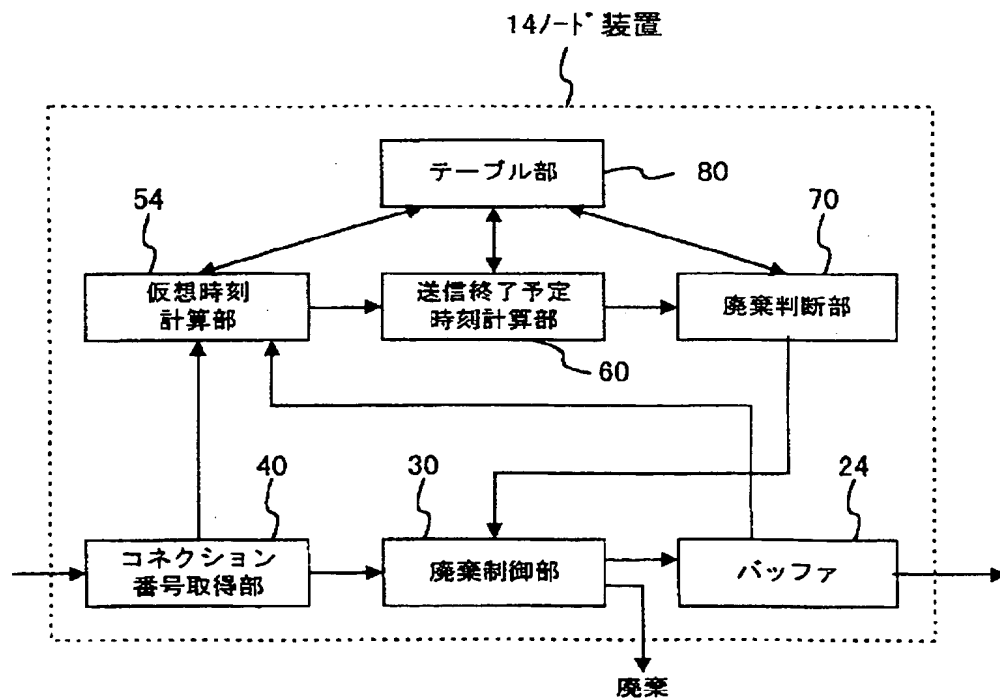
【図 6】



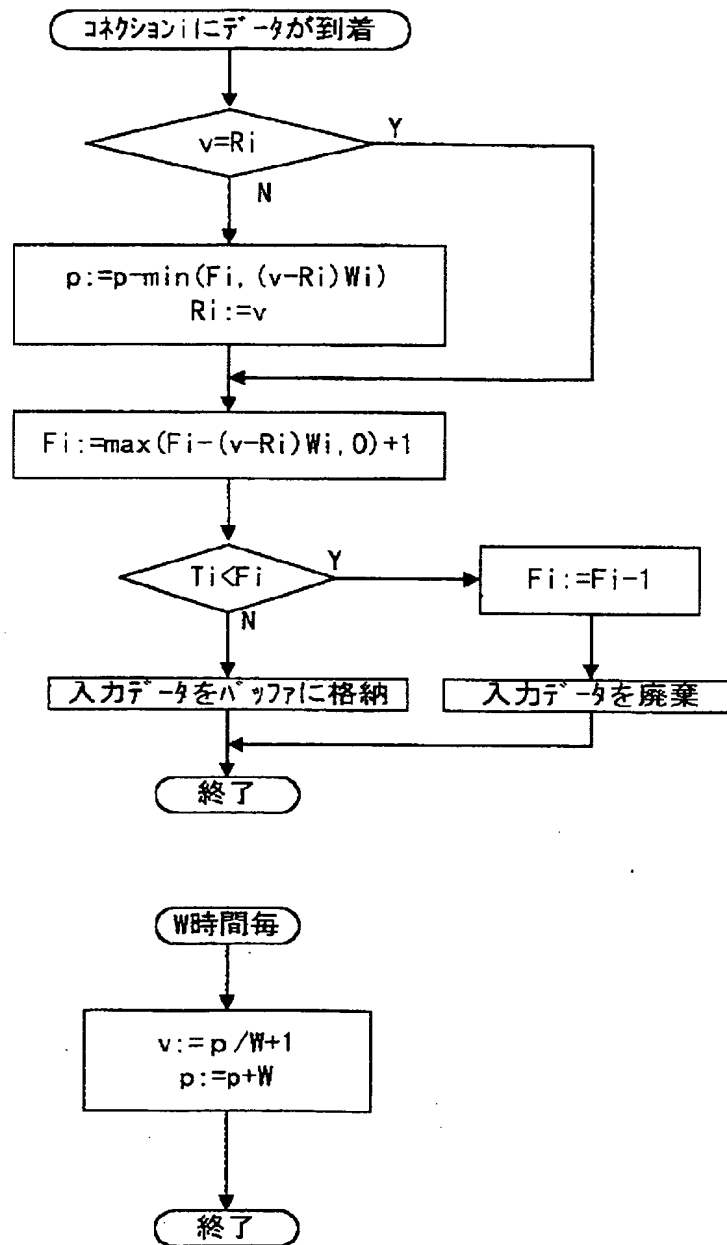
【図11】



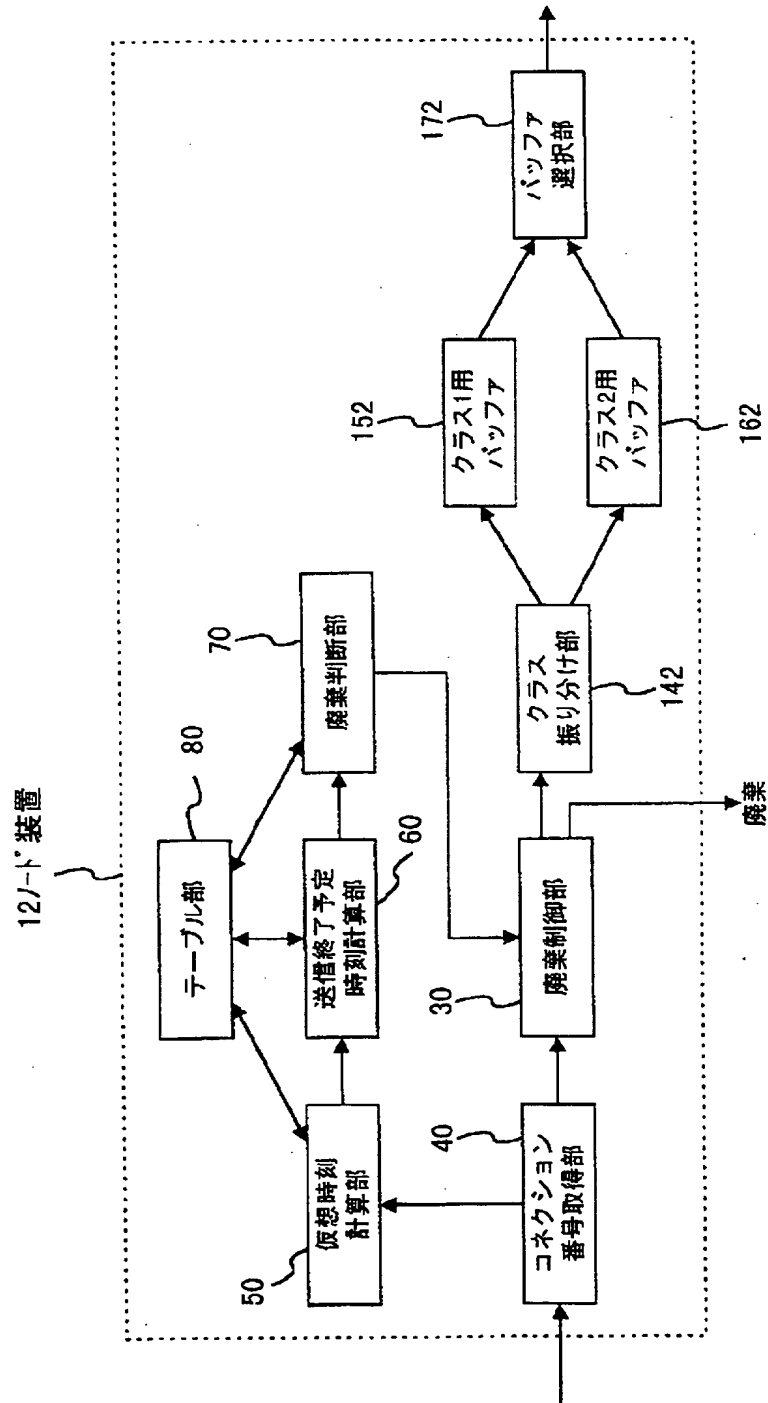
【図1.3】



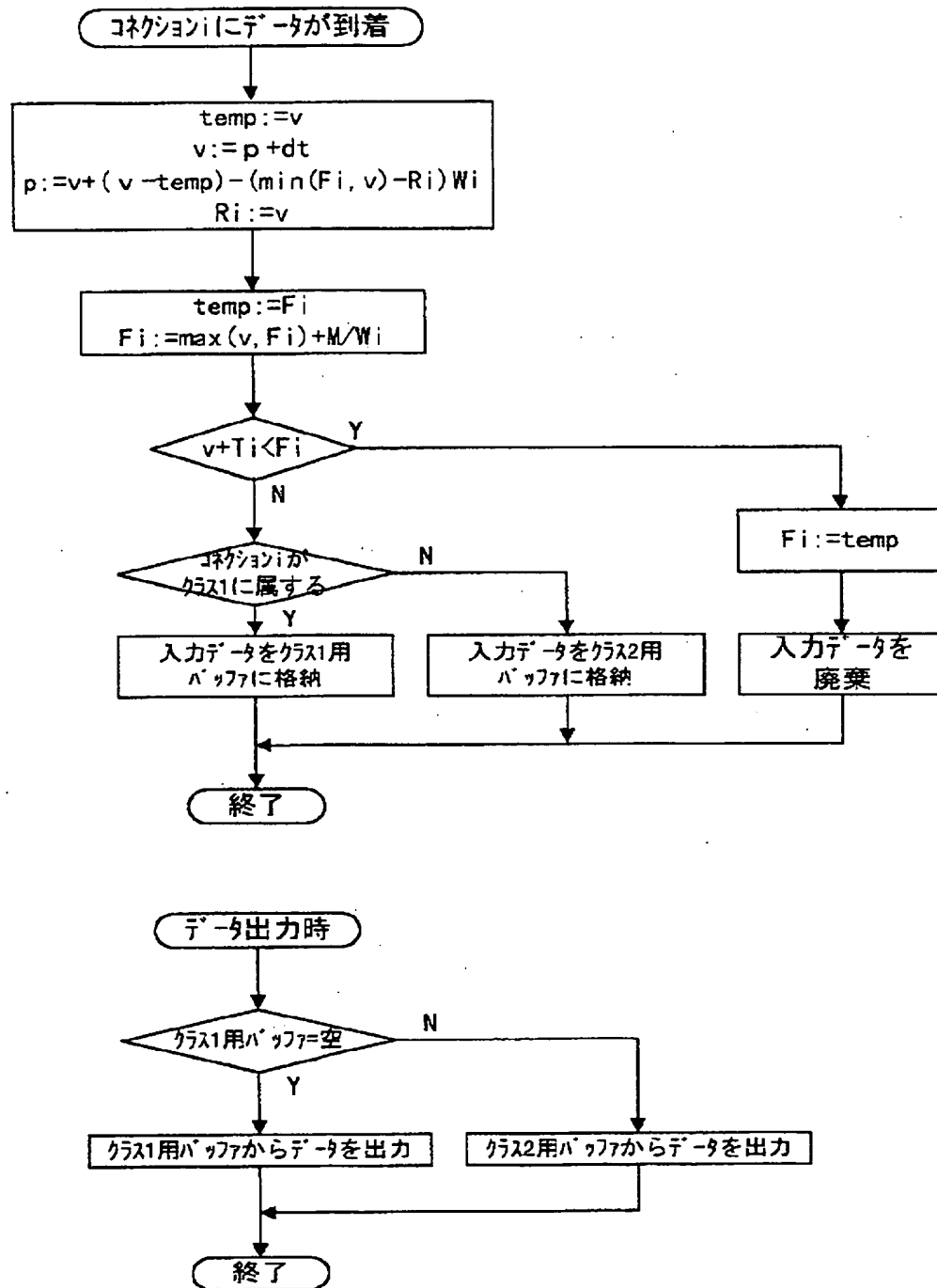
【図 7】



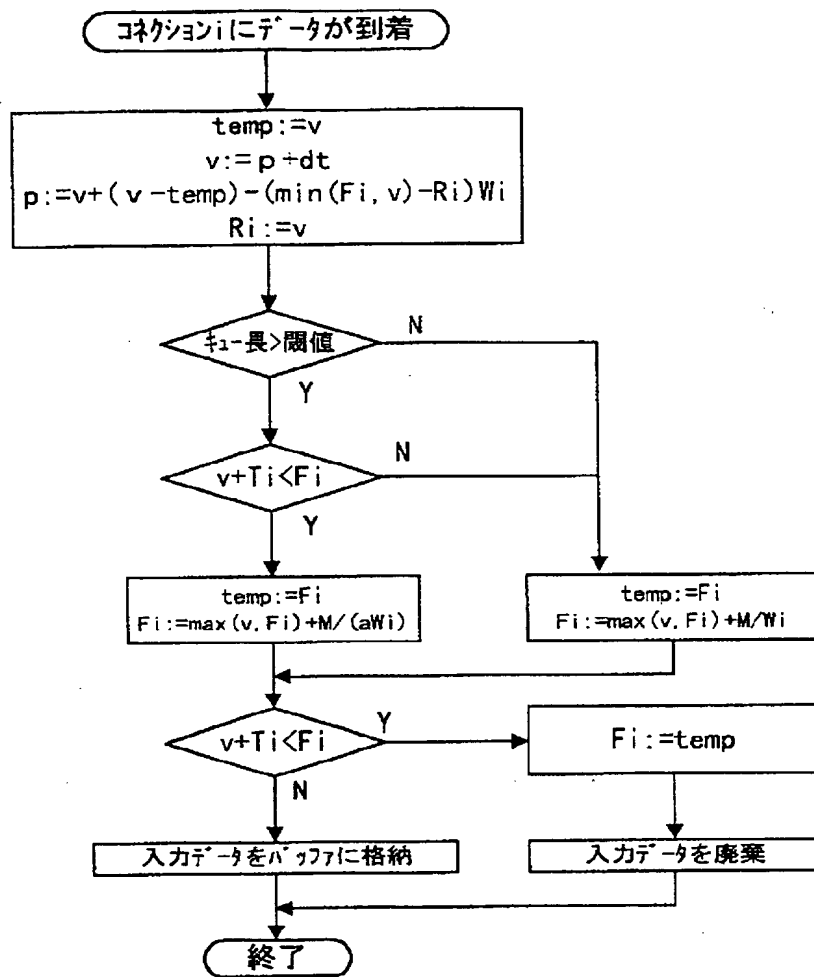
【図9】



【図 10】

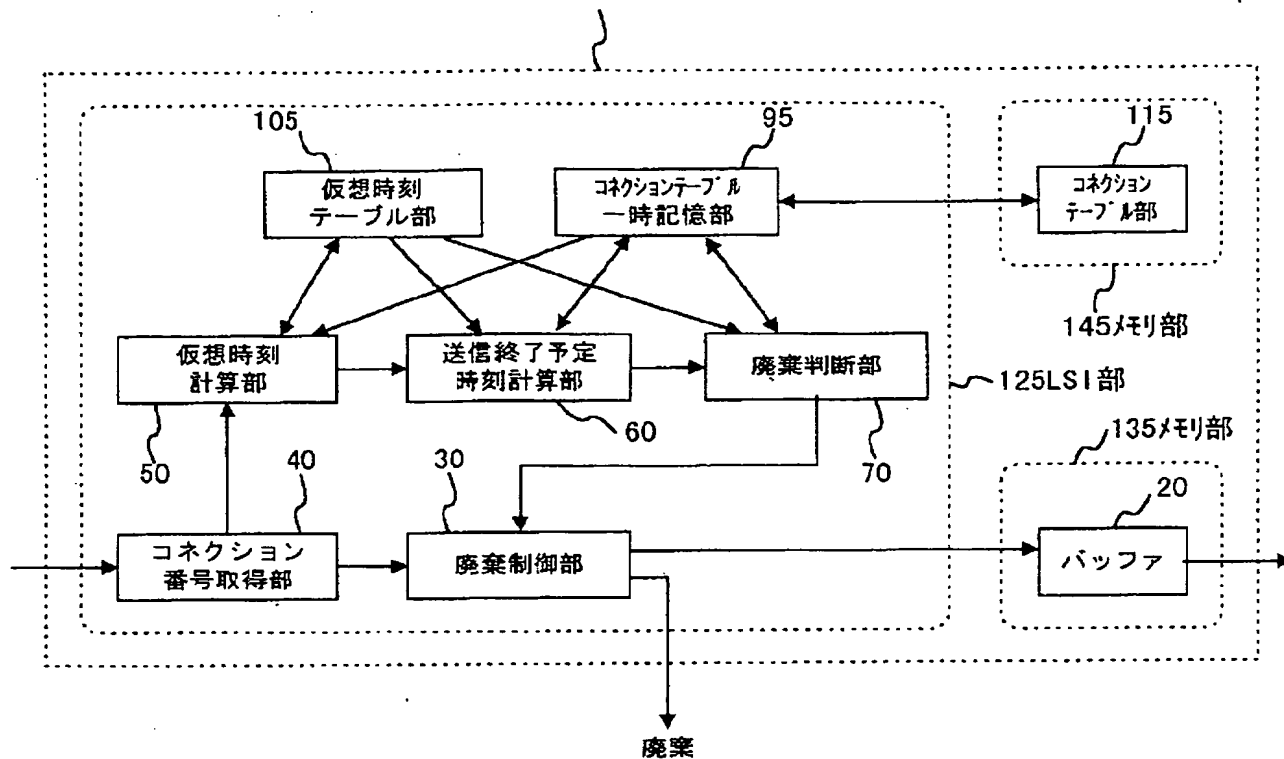


【図 1 2】

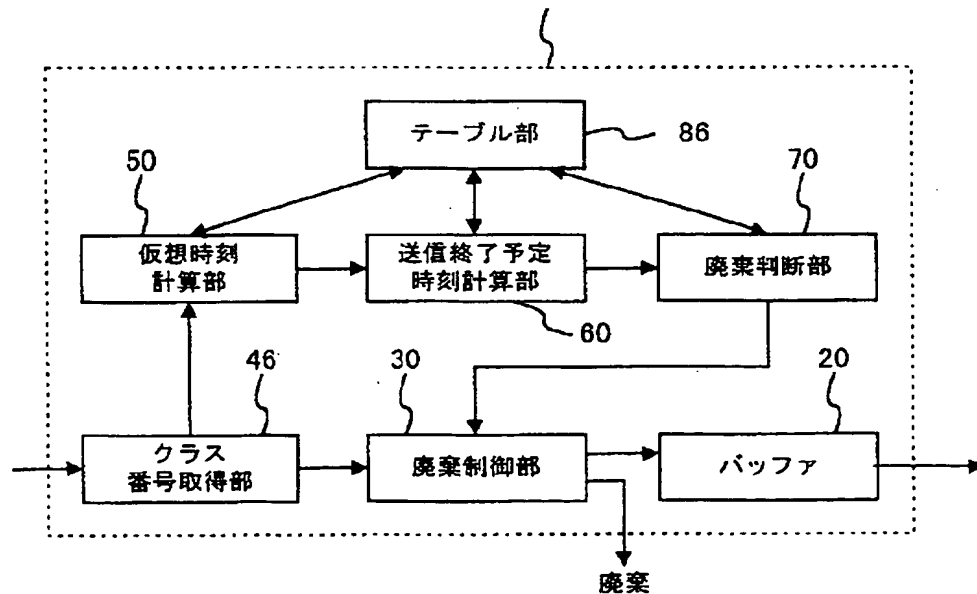




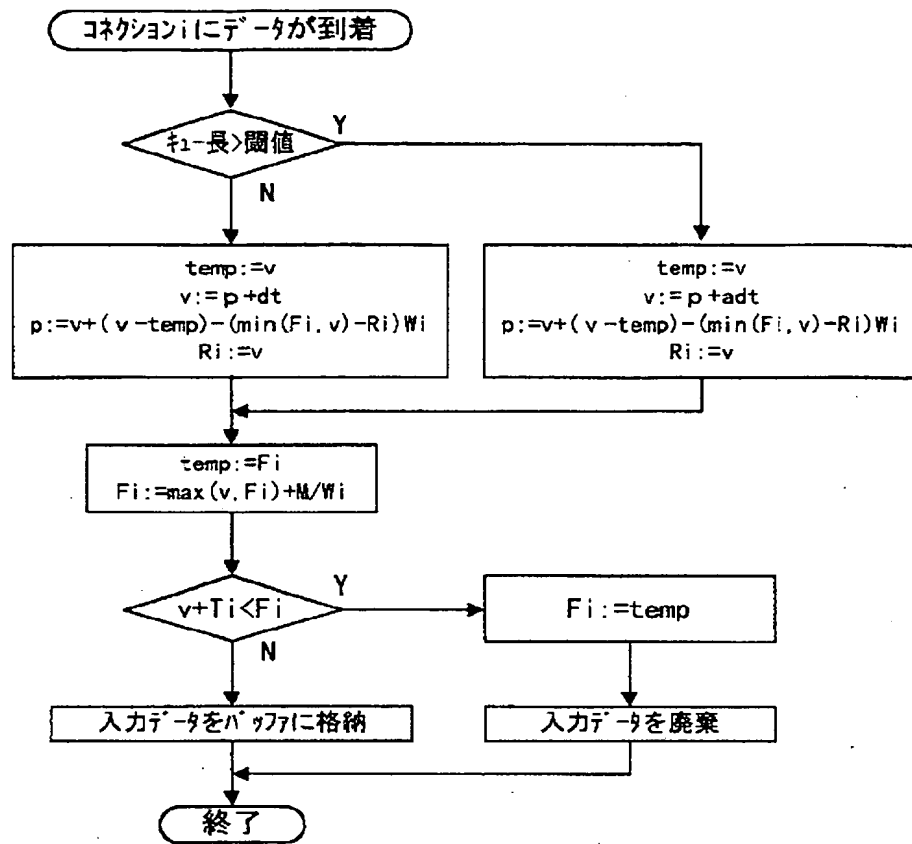
## 15ノット装置



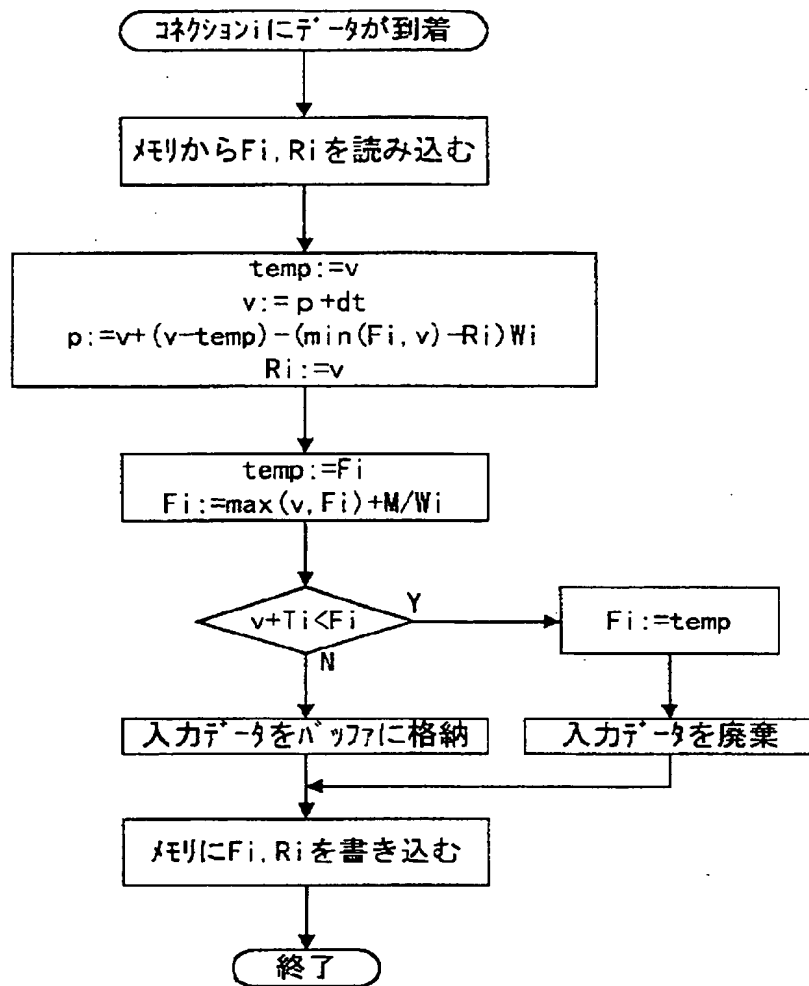
## 16/ト`装置



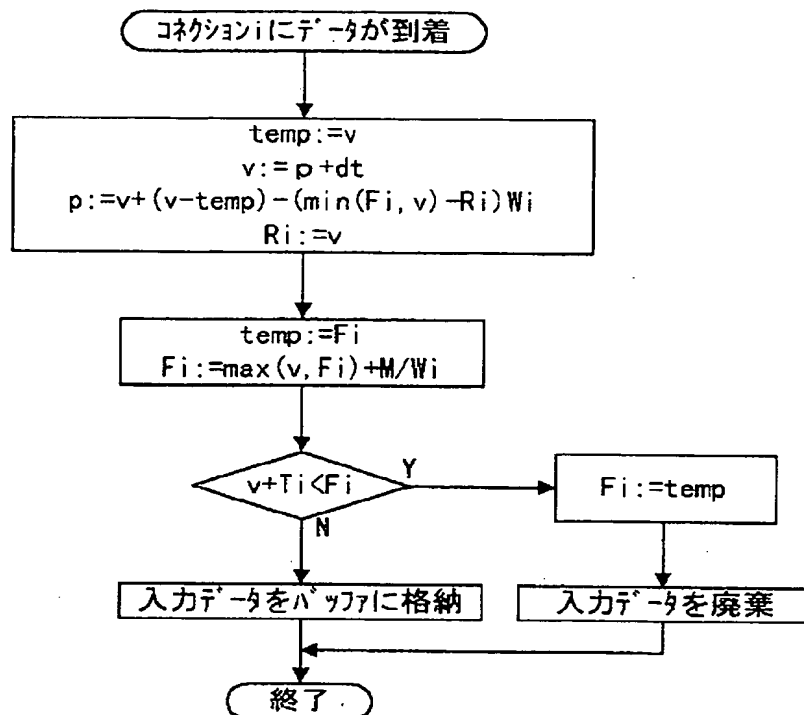
【図 1 4】



【図 16】



【図18】



フロントページの続き

(58) 調査した分野(Int. Cl.<sup>6</sup>, DB名)

H04L 12/56

H04L 12/28